

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“DISEÑO ESTRUCTURAL CENTRO PRODUCTIVO COMUNAL - TARIJA**  
**CANCHA SUD”**  
**(MUNICIPIO DE SAN LORENZO – TARIJA)**  
**TOMO I (INFORME – ANEXOS)**

**ELABORADO POR:**

**MIGUEL ANGEL ESTRADA MANRIQUE**

**I SEMESTRE 2017**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL CENTRO PRODUCTIVO COMUNAL - TARIJA**  
**CANCHA SUD”**  
**(MUNICIPIO DE SAN LORENZO – TARIJA)**  
**TOMO I (INFORME – ANEXOS)**

**ELABORADO POR:**

**MIGUEL ANGEL ESTRADA MANRIQUE**

**ASIGNATURA:**

**PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II CIV – 502 MENCIÓN ESTRUCTURAS**

**I SEMESTRE 2017**

**TARIJA – BOLIVIA**

## **HOJA DE AUTORÍA**

Las ideas expuestas en el contenido del presente trabajo, así como los resultados y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

Miguel Angel Estrada Manrique

## **DEDICATORIA**

*A mi padre Alejandro Estrada, quién me dio los consejos más sabios y duros a lo largo de mi vida, que los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir siempre adelante pero gracias a ellos, soy la persona que sigue luchando por sus metas.*

*A mi madre Claudia Manrique, que siempre estuvo detrás de mí, ayudándome y apoyándome sin condiciones, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos pero sobre todo por estar ahí cuando más la necesitaba.*

*A mis hermanos Raúl, Rosmery, Daniela y Beimar por estar siempre a mi lado y apoyarme como amigos inseparables y estar ahí cuando más los necesito.*

*Miguel Angel Estrada Manrique*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por la luz y guía espiritual en el crecimiento tanto intelectual como moral.*

*A mis padres por el amor que me brindan sus desvelos, sus sacrificios, su amistad y compañerismo.*

*A mis hermanos por su colaboración desinteresada que me compartieron.*

*A los docentes por sus consejos y enseñanzas, haciendo personas de bien*

*Al laboratorio de hidráulica por abrirme sus puertas y dejarme ser parte de ellos dándome apoyo y motivación.*

*A la Universidad Juan Misael Saracho, por abrirme las puertas y cobijarme hasta la culminación de mis estudios.*

*Y a todos mis amigos sobre todo a Madelens, Vania y Marian que me ayudaron y me apoyaron cuando el camino parecía infinito, por su buen humor, apoyo y compañía, impulsándome a culminar esta parte de mi vida.*

*¡¡Muchas Gracias!!*

*“Tan solo por la educación puede el hombre llegar a ser hombre. El hombre no es más que lo que la educación hace de él.”*

*Immanuel Kant 1724-1804.*

*Filósofo alemán.*

HOJA DE AUTORÍA-----	i
DEDICATORIA -----	ii
AGRADECIMIENTOS -----	iii
RESUMEN DEL PROYECTO-----	iv
ÍNDICE GENERAL -----	v
ÍNDICE DE FIGURAS-----	x
ÍNDICE DE CUADROS -----	xii
ÍNDICE DE ANEXOS -----	xiv

## **ÍNDICE GENERAL**

1. ANTECEDENTES. -----	1
1.1. El problema.-----	1
1.1.1. Planteamiento. -----	1
1.1.2. Formulación. -----	2
1.1.3. Sistematización. -----	2
1.2. Objetivos.-----	2
1.2.1. General. -----	2
1.2.2. Específicos.-----	2
1.3. Alcance.-----	3
1.4. Justificación. -----	3
1.5. Académica.-----	3
1.6. Técnica. -----	3
1.7. Social – institucional.-----	4
2. DATOS DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO. -----	5
2.1. Características de la zona.-----	5
2.1.1. Localización. -----	5

2.1.2.	Espacial. -----	5
2.1.3.	Clima. -----	6
2.1.4.	Suelos.-----	6
2.1.5.	Vías de acceso -----	7
2.1.6.	Población. -----	7
2.1.7.	Actividades económicas. -----	8
2.1.8.	Servicios básicos en el municipio. -----	9
3.	MARCO TEÓRICO.-----	11
3.1.	Estudio o levantamientos topográficos. -----	11
3.1.1.	Levantamiento topográfico con Estación Total. -----	11
3.1.2.	Las Curvas de Nivel.-----	11
3.1.3.	Características de las Curvas de Nivel.-----	12
3.2.	Estudio de suelos. -----	12
3.2.1.	Análisis granulométrico de suelos. -----	13
3.2.2.	Composición del suelo. -----	13
3.2.3.	Límites de Atterberg. -----	13
3.2.3.1.	Límite líquido. -----	13
3.2.3.2.	Límite plástico.-----	14
3.2.4.	Clasificación de los suelos. -----	14
3.2.5.	Ensayo de penetración. -----	15
3.2.5.1.	Método de penetración estándar SPT. -----	15
3.2.5.2.	Presión admisible. -----	17
3.3.	Hormigón. -----	18
3.3.1.	Resistencias del hormigón.-----	18
3.3.1.1.	Resistencia y deformación a compresión del hormigón.-----	18

3.3.1.2.	Resistencia a la tracción del hormigón. -----	18
3.4.	Aceros. -----	19
3.4.1.	Aceros de refuerzo.-----	19
3.5.	Análisis, diseño, resistencia, serviciabilidad.-----	19
3.5.1.	Método de diseño-----	19
3.5.2.	Cargas. -----	19
3.5.3.	Método de análisis.-----	20
3.5.4.	Restricción de momentos negativos en elementos continuos de concreto armado sujetos a flexión. -----	20
3.5.5.	Resistencia de diseño.-----	21
3.5.6.	Factores de carga. -----	22
3.6.	Diseño estructural. -----	23
3.6.1.	Diseño de vigas por resistencia a flexión. -----	23
3.6.2.	Diseño por cortante.-----	25
3.6.3.	Diseño de columnas cortas y largas.-----	26
3.6.4.	Diseño de Zapatas. -----	27
3.6.5.	Diseño de losas aligeradas.-----	30
3.6.6.	Diseño de escaleras.-----	31
3.7.	Estructura de sustentación de cubierta.-----	32
3.7.1.	Cubiertas curvas. -----	32
3.7.1.1.	Superficies desarrollables.-----	32
3.7.1.2.	Arcos.-----	33
3.7.1.3.	Funcionamiento estructural de los arcos. -----	33
3.8.	Norma de diseño estructuras de acero. -----	33
3.8.1.	Factores de resistencia. -----	35

3.8.2.	Método de diseño rígido. -----	36
3.8.3.	Diseño de miembros sujetos a tracción. -----	36
3.8.4.	Diseño de miembros sujetos a compresión. -----	38
3.8.5.	Verificación a flexión. -----	43
3.8.6.	Diseño de uniones -----	45
3.8.7.	Diseño por tensión. -----	46
3.8.8.	Placa base. -----	47
4.	INGENIERÍA DEL PROYECTO. -----	50
4.1.	Arquitectura. -----	50
4.2.	Levantamiento topográfico. -----	50
4.3.	Estudio de suelos. -----	51
4.4.	Memoria de cálculo. -----	54
4.4.1.	Descripción del modelo estructural. -----	54
4.4.2.	Características técnicas. -----	55
4.5.	Determinación de cargas. -----	57
4.5.1.	Determinación de cargas estructura de acero. -----	57
4.5.2.	Factores de carga. -----	61
4.5.3.	Datos cubierta metálica. -----	61
4.5.3.1.	Diseño de correas. -----	61
4.5.3.2.	Cargas sobre las correas. -----	61
4.5.3.3.	Considerando el diseño por flexión asimétrica. -----	62
4.5.3.4.	Diseño de elementos de la cercha sometidos a tracción y compresión. ----	68
4.5.3.5.	Comprobación manual de la cercha. -----	69
4.5.3.6.	Diselo de la placa base de anclaje. -----	88
4.5.3.6.	Diseño de uniones soldadas -----	96

4.5.3.6.	Despiece de la armadura. -----	99
4.6.	Determinación de cargas estructura aporticada de hormigón armado.-----	101
4.6.1.	Carga de muros de ladrillos. -----	101
4.6.2.	Carga distribuida de losa. -----	104
4.6.3.	Cargas sobre las escaleras. -----	106
4.6.4.	Cargas de uso estructuras de (hormigón armado). -----	111
4.6.4.1.	Sobre carga de uso.-----	111
4.6.5.	Factores de carga. -----	111
4.6.6.	Análisis estructural. -----	112
4.6.6.1.	Diseño de losa alivianada.-----	114
4.6.6.2.	Diseño de vigas a flexión. -----	120
4.6.6.3.	Diseño de columnas flexo compresión. -----	130
4.6.6.4.	Diseño de escaleras. -----	141
4.6.6.5.	Diseño de zapatas. -----	148
5.	APORTE ACADÉMICO.-----	156
5.1.	Marco conceptual del aporte (cubierta curva).-----	156
5.2.	Marco teórico del aporte -----	156
5.3.	Producto-aporte-----	156
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-----	157
6.1.	Conclusiones. -----	157
6.2.	Recomendaciones -----	158
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA-----	160
	ANEXOS -----	162

## ÍNDICE DE FIGURAS

2. DATOS DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO. -----	5
Figura 2.1.: Ubicación referencial del proyecto -----	5
Figura 2.2.: Zona de emplazamiento del proyecto -----	7
3. MARCO TEÓRICO.-----	11
Figura 3.1.: Curvas de nivel del proyecto-----	12
Figura 3.2.: Ensayo generalizado de SPT-----	17
Figura 3.3.: Superficie reglada o desarrollable-----	32
4. INGENIERÍA DEL PROYECTO. -----	50
Figura 4.1.: Levantamiento topográfico “operador estación total” -----	50
Figura 4.2.: Levantamiento topográfico “terreno de emplazamiento” -----	51
Figura 4.3.: Ensayo de penetración estándar-----	51
Figura 4.4.: Suelo observado -----	52
Figura 4.5.: Esquema estructural centro comunal productivo Tarija Cancha Sud-----	54
Figura 4.6.: Esquema estructural cubierta de acero-----	57
Figura 4.7.: Cargas sobre las correas-----	61
Figura 4.8.: Diseño por flexión asimétrica -----	62
Figura 4.9.: Cargas que influyen en las correas eje (X) -----	64
Figura 4.10.: Diagrama de momentos flectores eje (X) -----	64
Figura 4.11.: Diagrama de cortantes eje (X)-----	65
Figura 4.12.: Cargas que influyen en las correas eje (Y) -----	65
Figura 4.13.: Diagrama de momentos flectores eje (Y) -----	65
Figura 4.14.: Diagrama de cortantes eje (Y)-----	65
Figura 4.15.: Sección cajón C150x50x15x2mm-----	67
Figura 4.16.: Esquema cargas sobre los nudos de la cercha -----	69

Figura 4.17.: Sección 2C80X40X15X2 mm-----	69
Figura 4.18.: Sección 2C80X40X15X2 mm-----	72
Figura 4.19.: Sección 2C80X40X15X2 mm-----	74
Figura 4.20.: Sección C80X40X15X2 mm-----	77
Figura 4.21.: Sección C80X40X15X2 mm-----	81
Figura 4.22.: Sección C80X40X15X2 mm-----	86
Figura 4.23.: Placa base-----	88
Figura 4.24.: Largo efectivo del perno de anclaje-----	94
Figura 4.25.: Detalles placa base vista en planta -----	95
Figura 4.26.: Detalles placa base vista en frontal -----	96
Figura 4.27.: Esquema apoyos -----	98
Figura 4.28.: Soldadura en las correas-----	98
Figura 4.29.: Soldadura para unir 2CX80X40X2mm-----	99
Figura 4.30.: Esquema estructural estructura aporcada de hormigón -----	101
Figura 4.31.: Ladrillo de 6 huecos e=18 cm -----	101
Figura 4.32.: Ladrillo de 6 huecos e=12 -----	103
Figura 4.33.: Componentes losa de viguetas-----	104
Figura 4.34.: Dimensiones de escaleras -----	106
Figura 4.35.: Barandas-----	106
Figura 4.36.: Diagrama de momentos en la losa (kg-m) -----	115
Figura 4.37.: Armadura de refuerzo negativo losa de viguetas -----	116
Figura 4.37.: Diagrama de envolventes de momento flectores (tn-m)-----	120
Figura 4.38.: Diagrama de envolventes de cortantes (tn) -----	120
Figura 4.39.: Bloque de esfuerzos -----	124
Figura 4.41.: Diagrama de interacción adimensional columnas rectangulares -----	136

Figura 4.42.: Diagrama de interacción columna 25x25 -----	138
Figura 4.44.: Acero de refuerzo columna N°17 -----	141
Figura 4.45.: Esquema de cargas escaleras -----	143
Figura 4.46.: Diagrama de momentos escaleras -----	143
Figura 4.47.: Diagrama de cortantes escaleras -----	147
Figura 4.47.: Acero de refuerzo escaleras tramo 2 -----	148
Figura 4.47.: Acero de refuerzo zapata N° 8-11-34-37 -----	155

## ÍNDICE DE CUADROS

2. DATOS DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO. -----	5
Cuadro 2.1.: Coordenadas centro comunal Tarija cacha sud -----	5
Cuadro 2.2.: Rango de clasificación climática de caldas -----	6
Cuadro 2.3.: Resumen de las principales características de los suelos estudiados -----	6
Cuadro 2.4.: Distrito I Municipio de San Lorenzo; población comunidades y capital -----	8
Cuadro 2.5.: Acceso a Servicios básicos -----	10
3. MARCO TEÓRICO. -----	11
Cuadro 3.1.: Sistema unificado de clasificación de suelos- aptitud para cimientos -----	15
Cuadro 3.2.: Referencias de suelos a compresión simple según el número de golpes -----	17
Cuadro 3.3.: Referencias de compacidad relativa según el número de golpes -----	18
Cuadro 3.4.: Combinación usuales de carga -----	33
Cuadro 3.5.: Combinación cargas de impacto -----	34
Cuadro 3.6.: Combinación cargas de impacto -----	34
Cuadro 3.7.: Combinación de cargas para tomar en cuenta la posibilidad de levantamiento -----	34

Cuadro 3.8.: Factores de resistencia características -----	35
Cuadro 3.9.: Elementos atiesados -----	40
Cuadro 3.10.: Valores de k para determinar el esfuerzo critico de pandeo-----	41
4. INGENIERÍA DEL PROYECTO. -----	50
Cuadro 4.1.: Coordenadas pozos de observación ensayo “SPT” -----	52
Cuadro 4.2.: Observaciones pozo N°1 -----	52
Cuadro 4.3.: Resumen de resultados pozo N°1 -----	53
Cuadro 4.4.: Observaciones pozo N°2 -----	53
Cuadro 4.5.: Resumen de resultados pozo N°2 -----	53
Cuadro 4.6.: Elevación de las plantas-----	55
Cuadro 4.7.: Coeficiente eólico de sobrecarga en una construcción cerrada -----	59
Cuadro 4.8.: Combinación de cargas eje X -----	63
Cuadro 4.9.: Combinación de cargas eje Y -----	64
Cuadro 4.10.: Propiedades de la sección cajón 2C80x40x15x2mm-----	67
Cuadro 4.11.: Propiedades de la sección 2C80X40X15X2 mm -----	70
Cuadro 4.12.: Propiedades de la sección 2C80X40X15X2 mm -----	72
Cuadro 4.13.: Propiedades de la sección C80X40X15X2 mm-----	78
Cuadro 4.14.: Propiedades de la sección C80X40X15X2 mm-----	87
Cuadro 4.15.: Tensión en kld requerida en los tornillos para conexiones tipo fricción para conexiones sujetas a tensión directa-----	93
Cuadro 4.16.: Distancias mínimas de anclaje -----	93
Cuadro 4.17.: Tamaños mínimos para la soldadura filete -----	96
Cuadro 4.18.: Coeficiente de resistencia de los electrodos-----	96
Cuadro 4.19.: Despiece de la armadura -----	99
Cuadro 4.20.: Cargas de muro e=18 cm-----	102

Cuadro 4.21.: Cargas de muro $e=12$ cm-----	104
Cuadro 4.22.: Sobrecargas de uso-----	111
Cuadro 4.23.: Momentos flectores para complementos EPS Losas Alivianadas -----	115
Cuadro 4.24.: Diagrama de interacción columna 25x25 -----	138
Cuadro 4.25.: Resumen de fuerzas internas escaleras -----	144
Cuadro 4.26.: refuerzo por retracción y temperatura escalera-----	147

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.1. Puntos levantamiento topográfico	
Anexo 1.2. Fotografías levantamiento topográfico	
Anexo 2.1. Informe estudio de suelos	
Anexo 2.2. Tablas comparativas estudio de suelos	
Anexo 2.3. Fotografías estudio de suelos	
Anexo 3.1. Cubierta metálica	
Anexo 3.1.1.: Velocidades de viento	
Anexo 3.1.2.: Presiones de viento	
Anexo 3.1.3.: Cargas de granizo	
Anexo 3.1.4.: Cargas de Granizo sobre las correas	
Anexo 3.1.5.: Carga muerta de placas de yeso	
Anexo 3.1.6.: Carga muerta de calaminas onduladas	
Anexo 3.1.7.: Resumen de cargas sobre las correas	
Anexo 3.1.8.: Cargas factorizadas sobre las correas	
Anexo 3.1.9.: Cargas de granizo sobre la cercha	
Anexo 3.1.10.: Carga muerta de placas de yeso sobre la cercha (cordón inferior)	
Anexo 3.1.11.: Carga muerta de calamina ondulada sobre la cercha	

Anexo 3.1.12.: Peso propio cercha y correas

Anexo 3.1.13.: Resumen de cargas sobre los nudos de la cercha

Anexo 3.1.14.: Fuerzas internos de compresión y tracción

Anexo 3.1.15.: Elementos sometidos a tracción Cajón 2C80X40X15X2mm

Anexo 3.1.16.: Elementos sometidos a compresión cajón 2C80X40X15X2mm

Anexo 3.1.17.: Elementos sometidos a compresión C80X40X15X2mm

Anexo 3.1.18.: Elementos sometidos a tracción C80X40X15X2mm

Anexo 3.1.19.: Diseño de la placa de anclaje

Anexo 3.1.20.: Pernos de anclaje

Anexo 3.1.21.: Soldadura Placa base - Columna

Anexo 3.1.22.: Soldadura mínima elementos a tracción y compresión

Anexo 3.1.23.: Despiece de la armadura

Anexo 3.2. Elementos de hormigón armado

Anexo 3.2.1.: Armadura de refuerzo losa de viguetas

Anexo 3.2.2.: Acero de refuerzo en vigas

Anexo 3.2.3.: Puntos diagrama de interacción columna 25x25

Anexo 3.2.4.: Diagrama de interacción columna 25x25

Anexo 3.2.5.: Puntos diagrama de interacción columna circular D30cm

Anexo 3.2.6.: Diagrama de interacción columna circular D30cm

Anexo 3.2.10.: Acero de refuerzo escaleras

Anexo 3.2.11.: Acero de refuerzo zapatas aisladas Direccion X-Y

Anexo 4.1. Cómputos métricos

Anexo 4.2. Cronograma de planificacion de obra

Anexo 4.3. Especificaciones técnicas

Anexo 5.1. Informe programa utilizado SAP2000

